

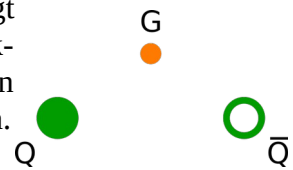
# Structure of hybrid static potential flux tubes in SU(2) and SU(3) lattice Yang-Mills-theory

Masterarbeit von Lasse Müller and der Goethe Universität Frankfurt

Betreuung: Prof. Dr. Marc Wagner

Die Frage wie Materie im kleinsten aussieht beschäftigt Physiker seit Anbeginn der Wissenschaft. Auch heutzutage wird viel Geld und Manpower in die Untersuchung dieser Elementarteilchen gesteckt. Auf der Seite der Experimentalphysik in Form von unzähligen Versuchen an Teilchenbeschleunigern und auch die Theorie kann mittlerweile viele dieser Beobachtungen mithilfe des Standardmodell der Teilchen erklären. Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, einen Einblick in die Struktur bestimmter Elementarteilchen zu bekommen.

Im Standardmodell besteht Materie aus Quarks (bilden z. B. Protonen und Neutronen) und Leptonen (z.B. Elektronen). Hadronen, Teilchen welche aus Quarks bestehen treten in der Natur meist als Drei-Quark-Zustände, sogenannte Baryonen oder Zwei-Quark-Zustände, sogenannte Mesonen, auf. Das Standardmodell erlaubt jedoch auch kompliziertere Quark-Zustände wie z. B. Vier-Quark-Zustände oder Fünf-Quark-Zustände. Diese Arbeit beschäftigt sich mit sogenannten hybriden Mesonen, welche aus einem Quark-Antiquark-Paar, sowie einem angeregten Gluon bestehen (siehe Bild rechts). Gluonen sind die Teilchen, die die starke Wechselwirkung zwischen Quarks vermitteln.



Im Speziellen werden die chromoelektrischen und chromomagnetischen Feldstärkekomponenten ausgerechnet. Diese Felder sind in der Quantenchromodynamik, der Theorie der starken Wechselwirkung, das Pendant zum elektrischen und magnetischen Feld in der (Quanten)Elektrodynamik.

Zur Berechnung wird ein numerischer Ansatz, die Gittertheorie, verwendet. Zeit und Raum werden hierbei in Form eines vierdimensionalen Gitters diskretisiert. Hierauf lassen sich die millionendimensionalen Integrale, welche in der Quantenchromodynamik auftreten, numerisch lösen.

Als weitere Vereinfachung betrachten wir die Quarks und Antiquarks als unendlich schwer und nur Gluonen als dynamisch. Das ist eine gute Näherung für Bottom-Quarks, eine der schwersten Arten von Quarks. Diese Näherung ist nötig um die Observable mit akzeptablen statistischen Fehlern berechnen zu können.

Unten werden Ergebnisse für verschiedene Quantenzahlen hybrider Mesonen gezeigt. Die beiden dunklen Bereiche entsprechen der Quark- und Antiquarkposition. Die obere(untere) Zeile repräsentiert die chromoelektrischen(chromomagnetischen) Feldstärkekomponenten in x-, y- und z-Richtung. Das erste Bild entspricht einem Meson ohne gluonische Anregungen, welche eine zigarrenförmige Feldverteilung aufweist. Die anderen zwei Bilder sind eine Auswahl von Mesonen mit angeregten Gluonen. Es ist eine distinkte Feldstärkeverteilung für die unterschiedlichen Quantenzahlen zu erkennen. Das mittlere Bild zeigt ein "Loch" in der Mitte zwischen Quark und Antiquark, welches als explizites Gluon interpretiert werden kann. Das rechte Bild zeigt eher eine "Kreuz"-artige Form.

Diese Bilder wurden im Rahmen dieser Arbeit erstmals berechnet und bieten einen Einblick in die Struktur hybrider Mesonen.

